

**Тема: Системы массового обслуживания (СМО). Расчёт показателей и характеристик СМО. Динамическое СМО.**

*Задача № 1*

Фирма обеспечивает поставку товаров для продажи с базы  $A_0$  в четыре торговые точки  $A_1, A_2, A_3, A_4$ . Расстояния между всеми пунктами известны и заданы в километрах (см. варианты заданий).

В целях экономии времени и средств необходимо найти такой маршрут передвижения, при котором, побывав в каждой торговой точке по одному разу, поставщик вернулся бы в исходный пункт  $A_0$ , проделав минимально возможный суммарный путь.

**Варианты заданий**

*Вариант № 1*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	120	180	100	190
$A_1$		0	80	220	200
$A_2$			0	90	185
$A_3$				0	250
$A_4$					0

*Вариант № 2*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	150	200	170	210
$A_1$		0	60	190	220
$A_2$			0	250	130
$A_3$				0	100
$A_4$					0

*Вариант № 3*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	175	230	200	180
$A_1$		0	190	300	160
$A_2$			0	150	200
$A_3$				0	250
$A_4$					0

*Вариант № 4*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	140	200	210	100
$A_1$		0	150	190	220
$A_2$			0	250	200
$A_3$				0	170

A <sub>4</sub>					0
----------------	--	--	--	--	---

*Вариант № 5*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	200	350	200	160
A <sub>1</sub>		0	190	300	80
A <sub>2</sub>			0	150	200
A <sub>3</sub>				0	280
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 6*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	180	250	200	300
A <sub>1</sub>		0	170	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	280
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 7*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	250	160	300
A <sub>1</sub>		0	400	150	120
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 8*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	240	150	300	90
A <sub>1</sub>		0	300	310	190
A <sub>2</sub>			0	250	220
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 9*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	270	220	100
A <sub>1</sub>		0	400	80	130
A <sub>2</sub>			0	50	200
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 10*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	200	150	300	100
A <sub>1</sub>		0	120	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	250
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 11*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	130	250	180	400
A <sub>1</sub>		0	100	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	300
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 12*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	350	200	400
A <sub>1</sub>		0	500	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	300
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 13*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	250	300	100
A <sub>1</sub>		0	400	150	200
A <sub>2</sub>			0	350	220
A <sub>3</sub>				0	190
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 14*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	220	250	200	300
A <sub>1</sub>		0	180	190	230
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 15*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	200	200	100
A <sub>1</sub>		0	300	250	180
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 16*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	220	200	400
A <sub>1</sub>		0	300	250	200
A <sub>2</sub>			0	250	100
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 17*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	190	250	180	200
$A_1$		0	300	150	200
$A_2$			0	210	100
$A_3$				0	90
$A_4$					0

*Вариант № 18*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	110	200	320	140
$A_1$		0	200	350	100
$A_2$			0	350	200
$A_3$				0	150
$A_4$					0

*Вариант № 19*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	200	190	170	300
$A_1$		0	200	150	260
$A_2$			0	150	200
$A_3$				0	140
$A_4$					0

*Вариант № 20*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	140	200	190	300
$A_1$		0	250	170	200
$A_2$			0	320	180
$A_3$				0	190
$A_4$					0

*Вариант № 21*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	100	350	200	120
$A_1$		0	130	350	210
$A_2$			0	250	300
$A_3$				0	150
$A_4$					0

*Вариант № 22*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	280	150	300	100
$A_1$		0	170	300	200
$A_2$			0	150	200
$A_3$				0	270
$A_4$					0

*Вариант № 23*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
--	-------	-------	-------	-------	-------

A <sub>0</sub>	0	180	220	180	300
A <sub>1</sub>		0	260	150	200
A <sub>2</sub>			0	230	100
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 24*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	120	350	200	100
A <sub>1</sub>		0	100	50	230
A <sub>2</sub>			0	350	100
A <sub>3</sub>				0	130
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 25*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	220	240	100
A <sub>1</sub>		0	300	250	160
A <sub>2</sub>			0	230	200
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 26*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	220	180	240	340
A <sub>1</sub>		0	330	260	220
A <sub>2</sub>			0	250	160
A <sub>3</sub>				0	240
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 27*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	190	210	180	240
A <sub>1</sub>		0	300	170	200
A <sub>2</sub>			0	210	120
A <sub>3</sub>				0	90
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 28*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	110	230	320	140
A <sub>1</sub>		0	200	330	100
A <sub>2</sub>			0	340	180
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

*Вариант № 29*

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	230	190	170	300

$A_1$		0	210	150	260
$A_2$			0	180	220
$A_3$				0	140
$A_4$					0

*Вариант № 30*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	240	100	190	300
$A_1$		0	250	140	200
$A_2$			0	320	180
$A_3$				0	170
$A_4$					0

*Вариант № 31*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	120	340	200	120
$A_1$		0	130	330	220
$A_2$			0	250	300
$A_3$				0	150
$A_4$					0

*Вариант № 32*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	280	250	310	100
$A_1$		0	170	200	200
$A_2$			0	150	200
$A_3$				0	270
$A_4$					0

*Вариант № 33*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	180	220	200	300
$A_1$		0	260	150	210
$A_2$			0	180	100
$A_3$				0	150
$A_4$					0

*Вариант № 34*

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	120	350	180	120
$A_1$		0	100	50	230
$A_2$			0	350	110
$A_3$				0	130
$A_4$					0

*Задача № 2*

Планируется строительство нескольких объектов  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Ресурсы строительной организации ограничены. Строительство каждого объекта состоит из четырех последовательных стадий. Мощность строительных организаций не позволяет вести один и тот же вид работ одновременно на нескольких объектах. Продолжительность каждого вида работ задана (см. варианты заданий)

Найти оптимальные сроки начала строительства каждого из объектов так, чтобы суммарный срок строительства всех объектов был бы минимален.

### Варианты заданий

#### *Вариант № 1*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
$A_1$	2	1	4	5
$A_2$	3	2	6	1
$A_3$	1	5	3	4

#### *Вариант № 2*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
$A_1$	1	2	5	2
$A_2$	3	2	4	1
$A_3$	5	2	1	4

#### *Вариант № 3*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
$A_1$	2	4	1	6
$A_2$	3	5	1	4
$A_3$	1	3	4	6

#### *Вариант № 4*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
$A_1$	2	4	3	5
$A_2$	1	3	5	3
$A_3$	3	1	4	2

#### *Вариант № 5*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4

A <sub>1</sub>	2	5	4	3
A <sub>2</sub>	1	4	2	6
A <sub>3</sub>	3	4	3	4

*Вариант № 6*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	3	1	4	5
A <sub>2</sub>	2	4	2	4
A <sub>3</sub>	3	3	1	6

*Вариант № 7*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	4	2	5
A <sub>2</sub>	2	3	5	5
A <sub>3</sub>	3	2	6	2

*Вариант № 8*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	4	4	3
A <sub>2</sub>	1	5	3	2
A <sub>3</sub>	4	3	5	1

*Вариант № 9*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	4	3	5
A <sub>2</sub>	1	5	3	3
A <sub>3</sub>	1	3	2	4

*Вариант № 10*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	2	5	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	4
A <sub>3</sub>	2	5	2	4

*Вариант № 11*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	3	5	2
A <sub>2</sub>	1	2	2	6
A <sub>3</sub>	2	1	5	4

*Вариант № 12*

Объекты	Виды (стадии) работ			
---------	---------------------	--	--	--



	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	3	4	2
A <sub>2</sub>	1	2	4	1
A <sub>3</sub>	2	2	1	5

*Вариант № 13*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	3	4	1
A <sub>2</sub>	3	4	3	1
A <sub>3</sub>	1	2	5	4

*Вариант № 14*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	2
A <sub>2</sub>	4	2	3	1
A <sub>3</sub>	2	2	6	2

*Вариант № 15*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	4	1	4	5
A <sub>2</sub>	3	5	3	1
A <sub>3</sub>	2	2	6	4

*Вариант № 16*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	4	2	4	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	1
A <sub>3</sub>	5	1	3	4

*Вариант № 17*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	3	4	4	2
A <sub>2</sub>	6	4	3	1
A <sub>3</sub>	5	1	3	2

*Вариант № 18*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	5	1	4	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	4
A <sub>3</sub>	2	4	2	4

*Вариант № 19*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4

A <sub>1</sub>	1	4	4	5
A <sub>2</sub>	5	2	3	1
A <sub>3</sub>	2	5	1	4

*Вариант № 20*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	3	1	4	5
A <sub>2</sub>	3	2	2	4
A <sub>3</sub>	1	2	5	4

*Вариант № 21*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	3	3	5
A <sub>2</sub>	3	2	4	1
A <sub>3</sub>	5	1	1	4

*Вариант № 22*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	4
A <sub>3</sub>	1	5	6	1

*Вариант № 23*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	2
A <sub>2</sub>	3	5	3	1
A <sub>3</sub>	5	2	4	4

*Вариант № 24*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	2	4	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	1
A <sub>3</sub>	6	2	1	1

*Вариант № 25*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	3	1	4	5
A <sub>2</sub>	3	5	3	1
A <sub>3</sub>	2	1	6	5

*Вариант № 26*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	4	3	4	2

A <sub>2</sub>	2	2	3	1
A <sub>3</sub>	5	1	4	4

*Вариант № 27*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	3	4	5	2
A <sub>2</sub>	6	3	3	1
A <sub>3</sub>	5	2	3	2

*Вариант № 28*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	4	1	4	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	4
A <sub>3</sub>	2	4	2	3

*Вариант № 29*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	5
A <sub>2</sub>	5	2	3	1
A <sub>3</sub>	2	3	1	3

*Вариант № 30*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	3	1	4	5
A <sub>2</sub>	3	2	1	4
A <sub>3</sub>	1	3	5	4

*Вариант № 31*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	2	3	3	5
A <sub>2</sub>	3	2	4	1
A <sub>3</sub>	4	1	2	4

*Вариант № 32*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	2
A <sub>2</sub>	5	2	3	2
A <sub>3</sub>	1	5	2	5

*Вариант № 33*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	2
A <sub>2</sub>	2	4	3	4

A <sub>3</sub>	5	2	4	4
----------------	---	---	---	---

*Вариант № 34*

Объекты	Виды (стадии) работ			
	1	2	3	4
A <sub>1</sub>	1	3	4	2
A <sub>2</sub>	3	2	3	1
A <sub>3</sub>	5	2	2	1